



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2002年11月11日

出 願 番 号

Application Number: 特願2002-326384

[ST.10/C]:

[JP2002-326384]

出 願 人

Applicant(s): 三菱電機株式会社

2003年 6月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049024



【書類名】 特許願

【整理番号】 542032JP01

【提出日】 平成14年11月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 1/27

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 山口 信一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 米谷 晴之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 菊池 友弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 宮崎 高志

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093562

【弁理士】

【氏名又は名称】 児玉 俊英



【選任した代理人】

【識別番号】 100073759

【弁理士】

【氏名又は名称】 大岩 増雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100088199

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹中 岑生

【選任した代理人】

【識別番号】 100094916

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 啓吾

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053888

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 永久磁石式回転電機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転子鉄心の外周面に軸方向に 4 段の永久磁石を設け、上記永久磁石の上側 2 段及び下側 2 段それぞれの段の間に上記回転子鉄心の周方向に段スキュー角 θ_{e1} （電気角）を設け、上記上側 2 段と下側 2 段との間に段スキュー角 θ_{e2} （電気角）を設けた回転子と、該回転子を内部に配置し、該回転子を回転させる回転磁界を発生する固定子巻線を設けた円筒形状の固定子鉄心を有する固定子とを備え、

上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を、下記式（1）で求められる理論角 θ_s （電気角）より大きな値とし、

上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を、上記理論角 θ_s の約 1.7 倍とした、ことを特徴とする永久磁石式回転電機。

$$(360 / \text{固定子磁極数と回転子磁極数の最小公倍数}) / 2 \cdots (1)$$

【請求項 2】 回転子鉄心の外周面に軸方向に 4 段の永久磁石を設け、上記永久磁石の上側 2 段及び下側 2 段それぞれの段の間に上記回転子鉄心の周方向に段スキュー角 θ_{e2} （電気角）を設け、上記上側 2 段と下側 2 段との間に段スキュー角 θ_{e1} （電気角）を設けた回転子と、該回転子を内部に配置し、該回転子を回転させる回転磁界を発生する固定子巻線を設けた円筒形状の固定子鉄心を有する固定子とを備え、

上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を、下記式（2）で求められる理論角 θ_s （電気角）より大きな値とし、

上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を上記理論角 θ_s の約 1.2 倍以下とした、ことを特徴とする永久磁石式回転電機。

$$(360 / \text{固定子磁極数と回転子磁極数の最小公倍数}) / 2 \cdots (2)$$

【請求項 3】 上記回転子の磁極数と上記固定子の磁極数との比が 2 : 3 の回転電機であって、上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を理論角 30° よりも大きな値とし、上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を約 52° としたことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石式回転電機。

【請求項 4】 上記回転子の磁極数と上記固定子の磁極数との比が 2 : 3 の回転電機であって、上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を約 36° とし、上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を約 44° としたことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石式回転電機。

【請求項 5】 上記回転子の磁極数と上記固定子の磁極数との比が 2 : 3 の回転電機であって、上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を理論角 30° よりも大きな値とし、上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を約 35° としたことを特徴とする請求項 2 記載の永久磁石式回転電機。

【請求項 6】 上記段スキュー角 θ_{e2} を上記理論角 θ_s の $1/2$ としたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の永久磁石式回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電動モータ等の永久磁石式回転電機に関し、特に、コギングトルクの低減を図るようにした永久磁石式回転電機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

永久磁石式回転電機の一般的な構成においては、固定子の中に回転子が配置されている。固定子は、円筒形状をなす固定子鉄心の内周に複数の固定子巻線を設けて複数の磁極を形成している。回転子は、固定子の中心を回転軸心として回転できるように回転子鉄心が配設され、回転子鉄心の表面、あるいは内部に永久磁石が設けられ、永久磁石は N 極と S 極が交互に並ぶように配置されている。この回転電機では、固定子巻線に適宜通電し、回転磁界を形成することにより、回転子が回転軸心回りに回転する。

【0003】

上述のような永久磁石式回転電機にあっては、コギングトルクと称される回転トルク変動が発生する。コギングトルクは、振動や騒音が発生するばかりでなく、回転電機の制御性能を低下させる要因となる。

【0004】

従来、コギングトルクを低減するために、永久磁石を回転子鉄心の軸方向に複数段配列し、回転子鉄心の円周方向にずらすことによって、スキューの効果をもたらす工夫がなされており、複数個の永久磁石が回転子鉄心の軸方向の位置によって周方向の位置がずれるように、すなわち、スキュー角 θ_m の角度（以下、段スキュー角という）で固定子鉄心表面にならぶようにしている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 5 】

段スキュー角 θ_m （機械角）は、理論的に求められる角度（以下、理論角という）を用いている。コギングトルクが最小となる理論角は、（360 / 固定子磁極数と回転子磁極数の最小公倍数） / 軸方向永久磁石の段数によって決定される（例えば、特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 6 】

例えば、回転電機の固定子磁極数が 12、回転子磁極数が 8、永久磁石の段数が 4 であり上側 2 段間及び下側段間の各々の部分にてコギングトルクを低減する場合には、各々の段スキュー角 θ_m は 7.5° （ $= 360 / 24 / 2$ ，電気角 θ_e では 30° ）となる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、段スキュー角 θ_m を上記のように理論的に決定し、実際の回転電機に適用した場合、コギングトルクの低減はまだ不十分であると考えられる。その理由は、段スキューを採用したことによって軸方向漏洩磁束が発生するが、この漏洩磁束による磁気飽和の影響が考慮されていないからである。コギングトルクの原因となる漏洩磁束は、永久磁石の段部、回転子鉄心内部での漏洩磁束等もあるが、固定子鉄心内部における漏洩磁束がコギングトルクの主たる原因となっている。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】

実開昭 61 - 17876 号公報（第 4 - 第 6 頁、第 1 - 第 6 図）

【特許文献 2】

特開 2000 - 308286 号公報（第 3 - 第 4 頁、図 2、図 3）

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、従来の段スキューを採用した回転電機では、段スキュー角度に理論角を採用しているために、コギングトルクを十分に低減できていないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

この発明は、上記のような問題を解決するものであり、段スキュー角度に理論角を採用した場合よりもコギングトルクを効率よく低減し、併せてトルクリップルをも低減することができる永久磁石式回転電機を提供するものである。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る永久磁石式回転電機は、回転子鉄心の外周面に軸方向に4段の永久磁石を設け、上記永久磁石の上側2段及び下側2段それぞれの段の間に上記回転子鉄心の周方向に段スキュー角 θ_{e1} （電気角）を設け、上記上側2段と下側2段との間に段スキュー角 θ_{e2} （電気角）を設けた回転子と、該回転子を内部に配置し、該回転子を回転させる回転磁界を発生する固定子巻線を設けた円筒形状の固定子鉄心を有する固定子とを備え、

上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を、下記式（1）で求められる理論角 θ_s （電気角）より大きな値とし、

上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を、上記理論角 θ_s の約1.7倍としたものである。

$$(360 / \text{固定子磁極数と回転子磁極数の最小公倍数}) / 2 \quad \cdots (1)$$

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下に、図面に基づき、この発明に係る永久磁石式回転電機の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

実施の形態1.

図1、図2及び図3は、この発明の実施の形態1を示す斜視図及び断面図であ

る。図 1 に示したように、回転子 3 0 は、回転子鉄心 3 1 外周面に上側の永久磁石 3 2 a 及び永久磁石 3 2 b と下側の永久磁石 3 2 c 及び永久磁石 3 2 d が貼り付けられ、上側 2 段及び下側 2 段それぞれの段スキュー角と上側 2 段と下側 2 段との間の段スキュー角を考慮した 4 段構造になっており、各段は、N 極と S 極が交互に並ぶように配置されている。

【 0 0 1 4 】

図 2 に示したように、上側の永久磁石 3 2 a と永久磁石 3 2 b との間及び下側の永久磁石 3 2 c と永久磁石 3 2 d との間はそれぞれ、円周方向にずらして段スキュー角 θ_{e1} (電気角) を設け、上側の永久磁石 3 2 a 及び永久磁石 3 2 b と下側の永久磁石 3 2 c 及び永久磁石 3 2 d との間は、円周方向にずらして段スキュー角 θ_{e2} (電気角) を設けている。段スキュー角 θ_{e1} は、 $(360 / \text{固定子磁極数と回転子磁極数の最小公倍数}) / \text{軸方向永久磁石の段数}$ (この場合、上側 2 段間と下側 2 段間の各々の部分にてコギングトルクを低減するため、軸方向永久磁石の段数は 2 となる) の式で求められる理論角 θ_s よりも大きく、理論角 θ_s の約 1.7 倍以下の範囲としている。また、段スキュー角 θ_{e2} は理論角 θ_s の $1/2$ としている。

【 0 0 1 5 】

固定子 2 0 は、図 3 に示したように、円筒形状をなす固定子鉄心 2 1 の内周に複数個の固定子巻線 2 2 を設けて複数個の磁極を形成している。回転子 3 0 は、固定子 2 0 の中心を回転軸心として回転できるように回転子鉄心 3 1 が配設され、固定子巻線 2 2 に適宜通電し、回転磁界を形成することにより、回転子 3 0 が回転軸心回りに回転する。

【 0 0 1 6 】

図 1、図 2 及び図 3 においては、回転子磁極数が 8、固定子磁極数が 12、永久磁石段数が 2 段 (上側 2 段、下側 2 段) であるので、段スキュー角 θ_{e1} を、 30° (理論角 θ_s) よりも大きく、約 52° (理論角 θ_s の約 1.7 倍) 以下の範囲としている。また、段スキュー角 θ_{e2} は、 15° (理論角 θ_s の $1/2$) としている。

【 0 0 1 7 】

段スキュー角 θ_{e1} は、理論角 θ_s よりも大きく、理論角 θ_s の約 1.7 倍以下の範囲とすることによって、段スキュー角 θ_{e1} を理論角 θ_s とした場合よりも効率的にコギングトルクの基本波成分（6f 成分）を低減することができ、併せてトルクリップルも低減することができる。

【0018】

また、段スキュー角 θ_{e2} を理論角 θ_s の $1/2$ とすることによって、コギングトルクの第 2 次高調波成分を低減することができる。

【0019】

以下、コギングトルク及びトルクリップルと段スキュー角 θ_{e1} 、 θ_{e2} との関係を説明し、この実施の形態において、コギングトルク及びトルクリップルを低減することができることを示す。

【0020】

図 4 及び図 5 は、回転子及び回転電機（回転子磁極数が 8、固定子磁極数が 12、永久磁石段数が 2）について、3 次元磁界解析を実施した結果を示すものである。

【0021】

図 4 は、コギングトルク基本波成分に関する結果、図 5 は、コギングトルク第 2 次高調波に関する結果であり、それぞれ、段スキューなしの場合のコギングトルクに対する段スキューを施した場合のコギングトルクの比であるコギングトルク比と段スキュー角（電気角） θ_{e1} との関係を、固定子鉄心 20 の磁気特性が理想的な場合（磁気特性 A）、加工工作の過程で磁気特性が劣化している場合（磁気特性 B）、加工工作によってさらに磁気特性が劣化した場合（磁気特性 C）について示している。

【0022】

図 6 は、解析に使用した固定子鉄心 20 の磁気特性 A、B 及び C（BH 特性の関係）を示している。同図における磁束密度比は、磁気特性 A の材料の飽和磁束密度を基準値として、この基準値との比を表している。磁気特性 A はカタログ値相当の磁気特性であり、加工の影響がない場合を示しており、磁気特性 B は実機状態に相当し、磁化力 $H = 1000 \text{ A/m}$ 近辺における磁束密度比が磁気特性 A

と比較して 20 % 程度低下した特性のものであり、また、磁気特性 C は磁化力 $H = 1000 \text{ A/m}$ 近辺における磁束密度比が磁気特性 A と比較して 40 % 程度低下した特性のものである。

【 0 0 2 3 】

図 4 から、コギングトルク基本波成分については、固定子鉄心の磁気特性が磁気特性 A から順次、磁気特性 B、磁気特性 C と劣化するに伴い、コギングトルク比が最小となる段スキュー角 θ_{e1} が大きくなっていることが分かる（これは、前述のように、段スキューを採用した場合、固定子鉄心内部に軸方向漏洩磁束が発生するためである）。すなわち、固定子鉄心の磁気特性が劣化するに伴い、コギングトルクが最小となる段スキュー角 θ_{e1} は理論角 30° よりも大きくなっている。従って、磁気特性 B においては、段スキュー角 θ_{e1} を理論角 30° とした場合、①の点におけるコギングトルク比（約 0.18）になるのに対して、理論角 30° を越え、①の点におけるコギングトルク比（0.18）以下となる段スキュー角 θ_{e1} の最大値（②の点における段スキュー角 θ_{e1} （約 37° ））以下とすることによって、コギングトルクの基本波成分を理論角 30° とした場合よりも低く、またはそれ以下に低減することができる。また、磁気特性 C においても同様に、③の点におけるコギングトルク比（約 0.23）以下となる段スキュー角 θ_{e1} の最大値（④の点における段スキュー角 $\theta_{e1} = \text{約 } 43^\circ$ ）以下とすることによって、コギングトルクの基本波成分を理論角 30° とした場合よりも低く、またはそれ以下に低減することができる。

【 0 0 2 4 】

また、図 5 から、コギングトルク第 2 次高調波成分に関しては、段スキュー角 θ_{e2} が理論角 θ_s の $1/2$ または $3/2$ （電気角 15° 、電気角 45° ）である時に、コギングトルク比が最小となることが分かる。これは、コギングトルク第 2 次高調波成分は、軸方向漏洩磁束の影響（磁気飽和の影響）を受けにくいことによるものであり、コギングトルク第 2 次高調波成分の低減には段スキュー角 θ_{e2} を理論角 θ_s の $1/2$ または $3/2$ とするのがよいと考えられる。

【 0 0 2 5 】

一方、通電時のトルクリップルと段スキュー角との関係は、一般に、スキュー

係数と称される巻線係数を用いて検討する。回転電機における第 v 次高調波成分に対するスキュー係数 κ_{sv} は次式(3)で与えられる。但し、 γ はスキュー角である。

【0026】

$$\kappa_{sv} = \sin(\gamma/2) / (\gamma/2) \quad \dots (3)$$

【0027】

ここで、段スキュー角を γ_d とすると、 $\gamma_d = \gamma/2$ であるから、段スキューを採用した場合のスキュー係数 κ_{dsv} は次式(4)で与えられる。

【0028】

$$\kappa_{dsv} = \sin(\gamma_d) / \gamma_d \quad \dots (4)$$

【0029】

また、永久磁石式回転電機のトルクリップルは、電源周波数の6倍の成分(以下 $6f$ 成分という)が支配的となる。一般に、トルクリップル $6f$ 成分は5次及び7次の高調波成分に起因して発生する。

【0030】

図7は、上記式(3)より算出される段スキュー角 γ_d に対する5次及び7次のスキュー係数を示す図である。トルクリップル $6f$ 成分に対する5次及び7次高調波成分の影響度合は、近似的に次数の2乗の逆数に関係すると考えられ、5次成分の影響度合は $1/5^2 = 0.04$ 、7次成分の影響度合は $1/7^2 = 0.02$ と考えられる。

【0031】

図8は、図7のスキュー係数と5次及び7次成分のトルクリップル $6f$ 成分に関する影響度合を考慮した段スキュー角に対するトルクリップル $6f$ 成分係数を示す図である。同図より、トルクリップル $6f$ 成分係数は、段スキュー角 γ_d が 30° を越えると、 30° におけるトルクリップル $6f$ 成分係数より小さな値になる。従って、段スキュー角 γ_d を、コギングトルク基本波成分に対する理論角 θ_s である 30° 以上とすることによって、トルクリップル $6f$ 成分を低減することができると考えられる。

【0032】

以上は、上側 2 段または下側 2 段の構造について、3 次元磁界解析を行った結果を示している。段スキュー角 θ_{e2} は、磁気飽和の影響がないので、理論角 θ_s の $1/2$ または $3/2$ とすればよい。しかし、段スキュー角 θ_{e1} は、磁気飽和の影響があり、この実施の形態においては、上側 2 段と下側 2 段の 4 段構造になっているので、磁気飽和の影響度合が上記 3 次元磁界解析とは異なることが考えられる。

【0033】

図 9 は、上側 2 段と下側 2 段の 4 段構造について、段スキュー角 θ_{e1} を変化した場合のコギングトルク基本波成分を、実機によって実測した結果を示す図であり、段スキュー角 θ_{e1} に対するコギングトルク比（段スキュー角 $\theta_{e1} = 0$ のコギングトルクを基準とした）を示している。なお、実機は、回転子磁極数を 8、固定子磁極数を 12 としている。

【0034】

図 9 に示されているように、段スキュー角 θ_{e1} が理論角 30° の時のコギングトルク比は 0.28 である。コギングトルク比を 0.28 より小さく、あるいは 0.28 以下とするためには、段スキュー角 θ_{e1} を 30° より大きく、約 52° （理論角 30° の約 1.7 倍）以下とすればよい。すなわち、段スキュー角 θ_{e1} を理論角 θ_s よりも大きく、理論角 θ_s の約 1.7 倍以下とすればよいと推察される。

【0035】

また、コギングトルク比を 0.28 の $1/2$ 程度としたい場合には、段スキュー角 θ_{e1} を 36° 以上、 44° 以下、すなわち、理論角 θ_s の約 1.2 倍以上、約 1.47 倍以下とすればよいことが分かる。

【0036】

実施の形態 2.

上記実施の形態 1 では、上側 2 段の永久磁石及び下側 2 段の永久磁石それぞれに、段スキュー角 θ_{e1} を設けてコギングトルクの基本波成分及びトルクリップルを低減し、上側 2 段の永久磁石と下側 2 段の永久磁石との間に段スキュー角 θ_{e2} を設けてコギングトルクの第 2 次高調波成分を低減するようにした。

【 0 0 3 7 】

この実施の形態では、上側 2 段の永久磁石及び下側 2 段の永久磁石それぞれに、段スキュー角 θ_{e2} を設けてコギングトルクの第 2 次高調波成分を低減し、上側 2 段の永久磁石と下側 2 段の永久磁石との間に段スキュー角 θ_{e1} を設けてコギングトルクの基本波成分及びトルクリップルを低減するものである。

【 0 0 3 8 】

図 10 は、上側 2 段の永久磁石及び下側 2 段の永久磁石それぞれに、段スキュー角 θ_{e2} を設け、上側 2 段の永久磁石と下側 2 段の永久磁石との間に段スキュー角 θ_{e1} を設けた場合の段スキュー角 θ_{e1} とコギングトルク基本成分のコギングトルク比との関係を実機で実測した結果を示す図である。なお、実機は、回転子磁極数を 8、固定子磁極数を 12 としている。

【 0 0 3 9 】

図 10 に示されているように、段スキュー角 θ_{e1} が理論角 30° の時のコギングトルク比は 0.15 である。コギングトルク比を 0.15 より小さく、あるいは 0.15 以下とするためには、段スキュー角 θ_{e1} を 30° より大きく、約 35° （理論角 30° の約 1.2 倍）以下とすればよい。すなわち、段スキュー角 θ_{e1} を理論角 θ_s よりも大きく、理論角 θ_s の約 1.2 倍以下とすればよいと推察される。

【 0 0 4 0 】

【発明の効果】

この発明に係る永久磁石式回転電機によれば、回転子鉄心の外周面に軸方向に 4 段の永久磁石を設け、上記永久磁石の上側 2 段及び下側 2 段それぞれの段の間に上記回転子鉄心の周方向に段スキュー角 θ_{e1} （電気角）を設け、上記上側 2 段と下側 2 段との間に段スキュー角 θ_{e2} （電気角）を設けた回転子と、該回転子を内部に配置し、該回転子を回転させる回転磁界を発生する固定子巻線を設けた円筒形状の固定子鉄心を有する固定子とを備え、

上記段スキュー角 θ_{e1} の下限値を、下記式（1）で求められる理論角 θ_s （電気角）より大きな値とし、

上記段スキュー角 θ_{e1} の上限値を、上記理論角 θ_s の約 1.7 倍としたもの

であるので、段スキュー角 θ_{e1} を理論角 θ_s とした場合よりも低く、またはそれ以下にコギングトルク基本波成分を低減し、かつ、トルクリップルを低減することができる。

(360 / 固定子磁極数と回転子磁極数の最小公倍数) / 2 … (1)

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係る永久磁石式回転電機の実施の形態 1 を示す斜視図である。

【図 2】 この発明に係る永久磁石式回転電機の実施の形態 1 を示す断面図である。

【図 3】 この発明に係る永久磁石式回転電機の実施の形態 1 を示す平面図である。

【図 4】 図 1 ～図 3 の上側 2 段の部分または下側 2 段のみをモデル化 (2 段) した回転子及び回転電機について、3 次元磁界解析を実施して得られたコギングトルク基本波成分の結果を示す図である。

【図 5】 図 1 ～図 3 の上側 2 段の部分または下側 2 段のみをモデル化 (2 段) した回転子及び回転電機について、3 次元磁界解析を実施して得られたコギングトルク高調波成分の結果を示す図である。

【図 6】 3 次元解析に用いた回転子鉄心の磁気特性を示す図である。

【図 7】 段スキュー角に対する 5 次及び 7 次のスキュー係数を示す図である。

【図 8】 段スキュー角に対するトルクリップル 6 f 成分係数を示す図である。

【図 9】 実施の形態 1 の永久磁石式回転電機の実機による実測結果を示す図である。

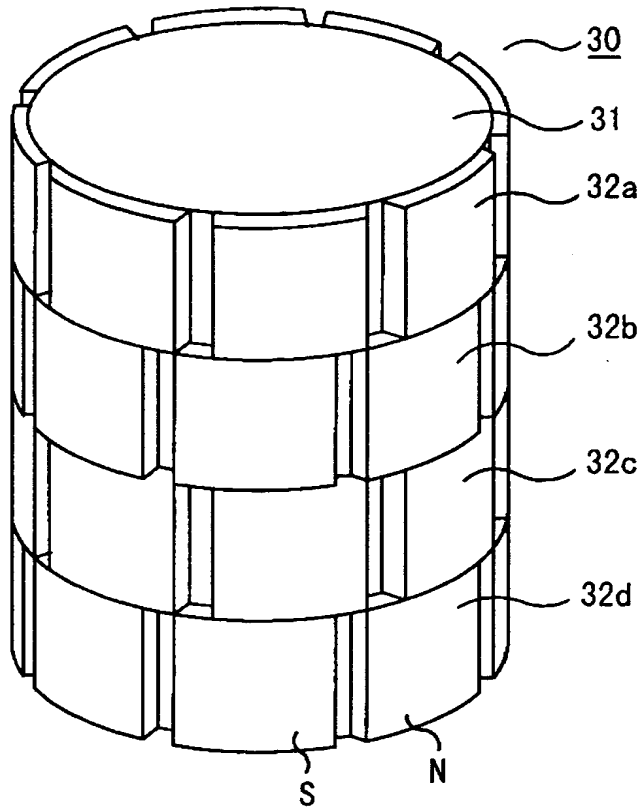
【図 10】 実施の形態 2 の永久磁石式回転電機の実機による実測結果を示す図である。

【符号の説明】

20 固定子、21 固定子鉄心、22 固定子巻線、30 回転子、
31 回転子鉄心、32a, 32b, 32c, 32d 永久磁石。

【書類名】 図面

【図 1】

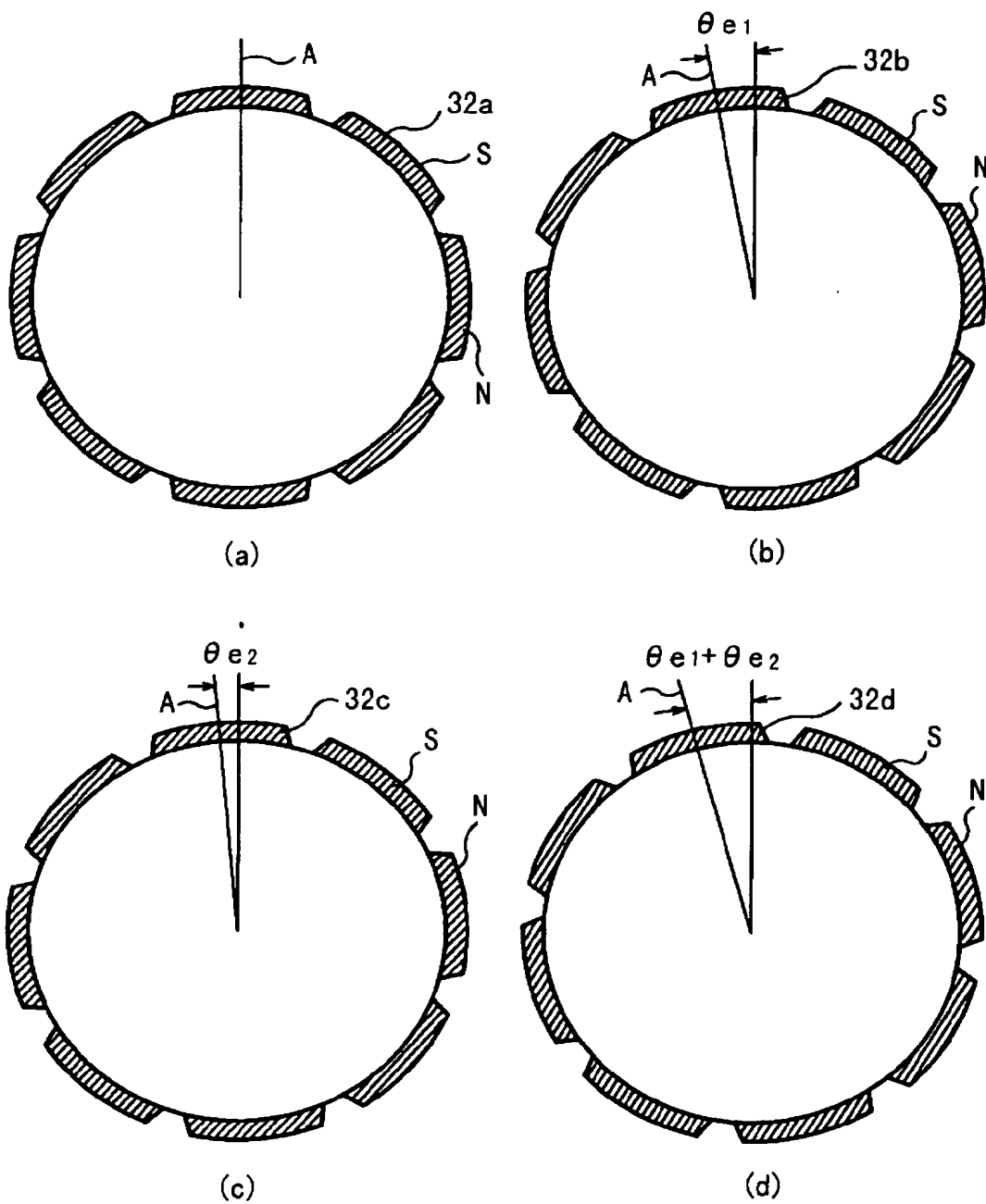


30 : 回転子

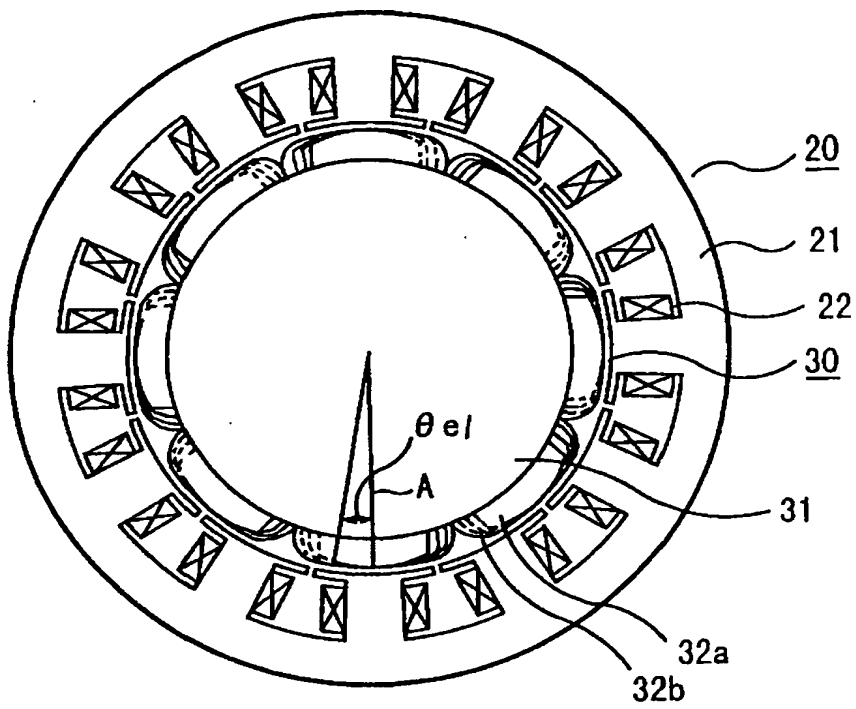
31 : 回転子鉄心

3 2 a, 3 2 b, 3 2 c, 3 2 d : 永久磁石

【図 2】



【図 3】

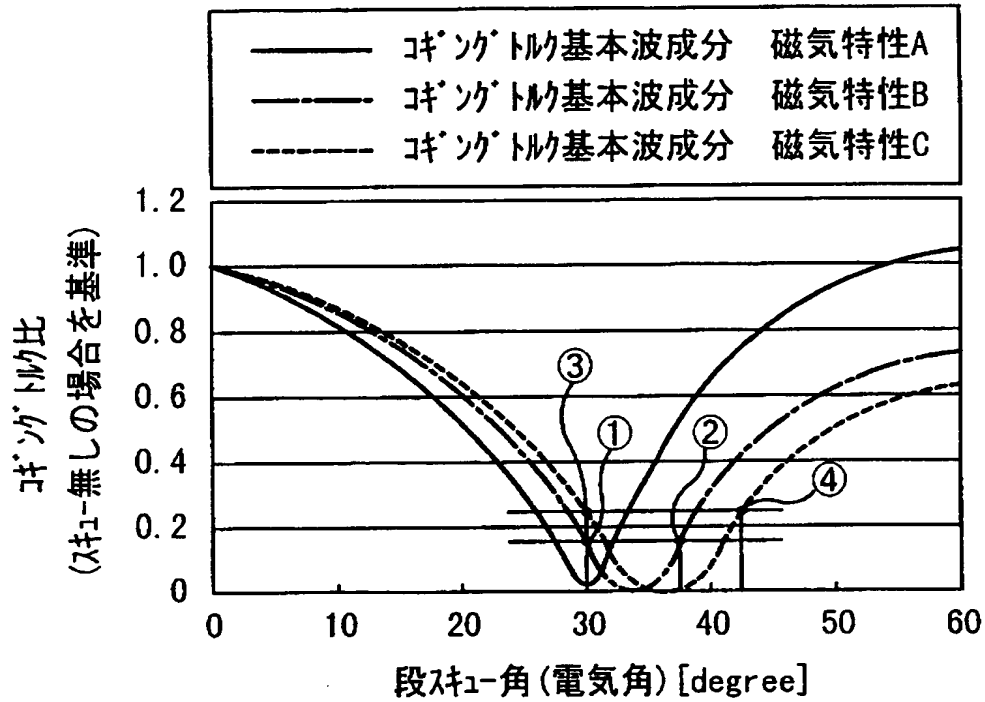


20 : 固定子

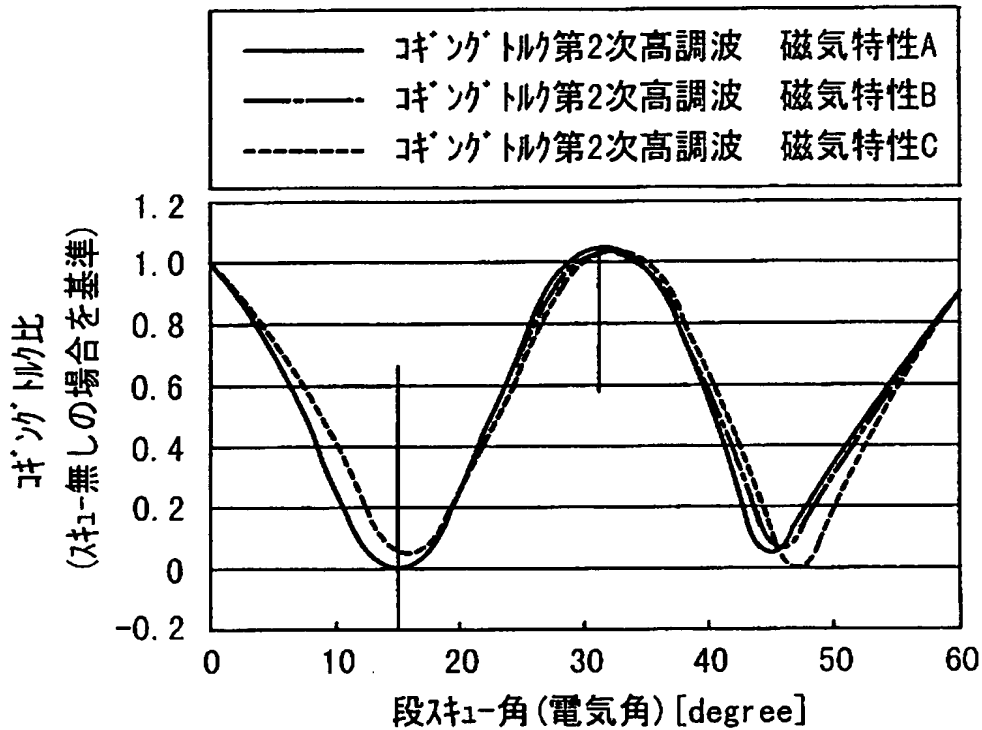
22 : 固定子巻線

21 : 固定子鉄心

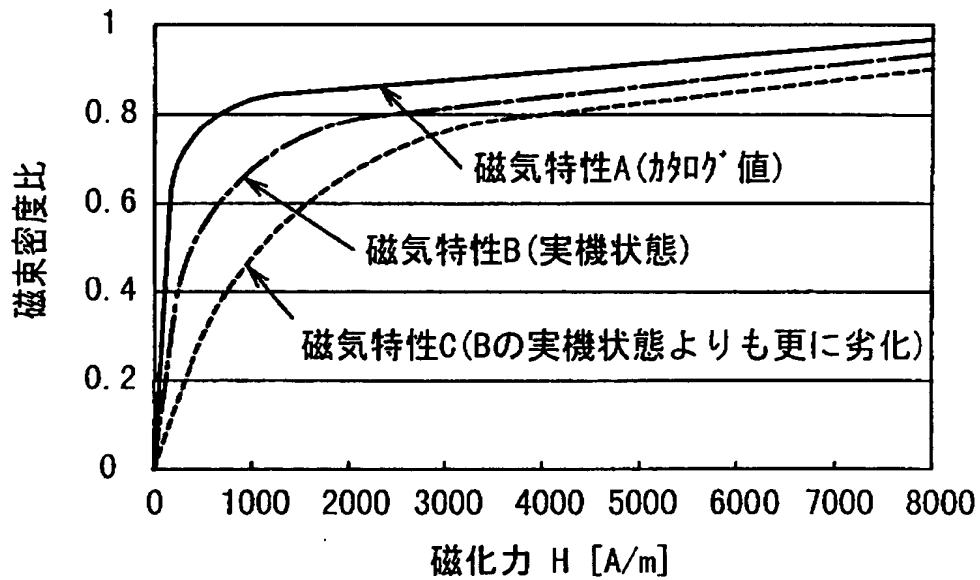
【図 4】



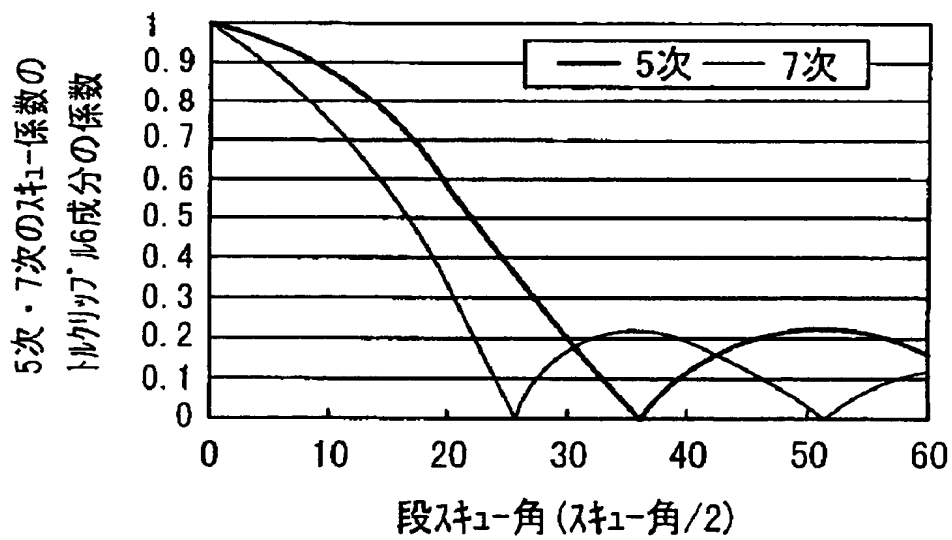
【図 5】



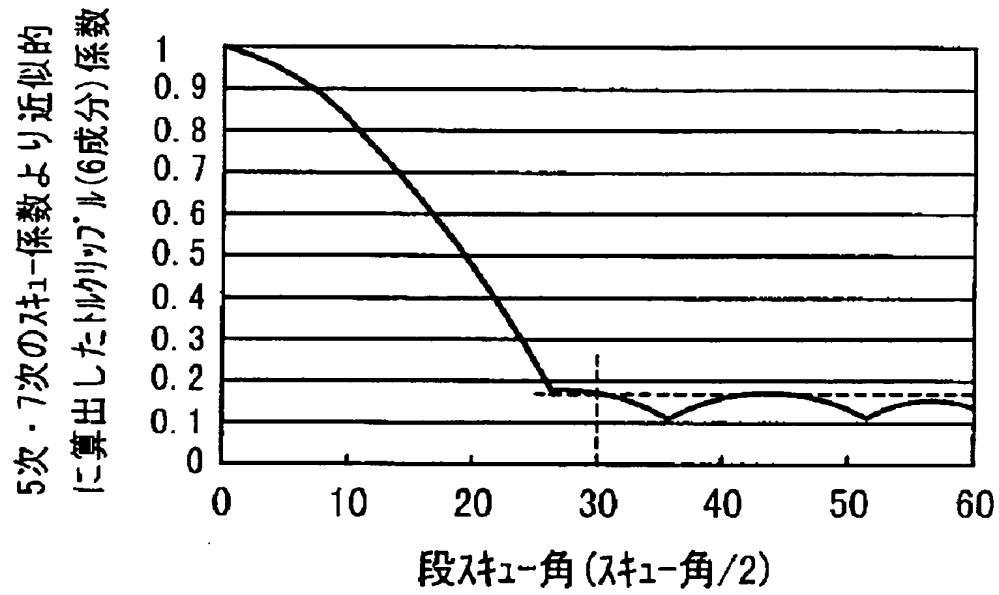
【図 6】



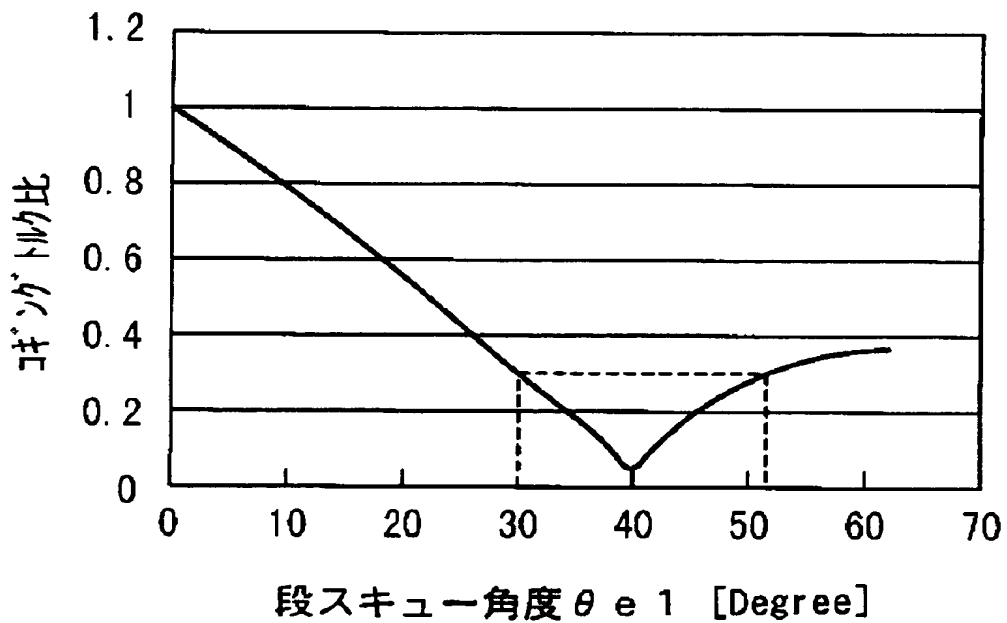
【図 7】



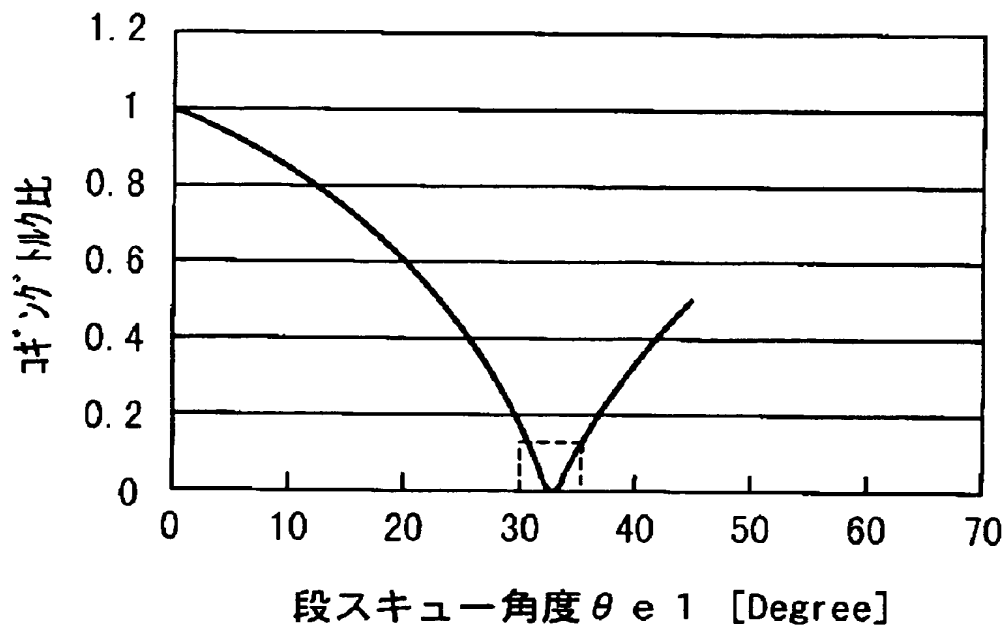
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 段スキュー角度に理論角を採用した場合よりもコギングトルクを効率よく低減し、トルクリップルをも低減できる永久磁石式回転電機を提供する。

【解決手段】 回転子鉄心 3 1 周面に、軸方向に 4 段の永久磁石 3 2 a、3 2 b、3 2 c、3 2 d を設けた回転子 3 0 と、回転子 3 0 を回転させる回転磁界を発生する固定子巻線を固定子鉄心の内周に有する固定子とを備え、永久磁石 3 2 a と永久磁石 3 2 b との間及び永久磁石 3 2 c と永久磁石 3 2 d との間に、下限値を 30° より大きな値とし、上限値を 52° とする段スキュー角 θ_{e1} (電気角) を設けた永久磁石式回転電機とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
氏 名	三菱電機株式会社